

XP-002274284

P.D. 670-00-00	2
P. 1-2	

1/1 - (C) FILE CA

AN - 130:74918 CA

ED - Entered STN: 30 Jan 1999

TI - Double-layer capacitor using activated carbon electrode

IN - Yamamoto, Kazutomi; Asai, Yoshimi

PA - Furukawa Kikai Kinzoku K. K., Japan

SO - Jpn. Kokai Tokkyo Koho, 6 pp.

CODEN: JKXXAF

DT - Patent

LA - Japanese

IC - ICM H01G009/058

ICS C01B031/12

CC - 76-10 (Electric Phenomena)

Section cross-reference(s): 49

FAN.CNT 1

PATENT NO. KIND DATE APPLICATION NO. DATE

PN - JP10335189 A 19981218 JP 1997-147980 19970605 <--

PR - JP 1997-147980 19970605

AB - The capacitor uses, as an electrode material, activated C prep'd. by mixing carbohydrates with fine powd. metals and/or metal compds., heating the mixts. at low temps. for dehydration and partial decompn., thermally decomp'g. the products at 600-800.degree., and activating the resulting carbonization products by heating at 700-1000.degree. in the presence of KOH. Micropores formation is enhanced with the metal additives to provide high capacity, and the capacitor is useful as a power supply for elec. appliances, elec. automobiles, etc.

ST - activated carbon electrode double layer capacitor; carbohydrate activated carbon double layer capacitor; metal activated carbon double layer capacitor

IT - Capacitors

(double layer; double-layer capacitor using activated carbon electrode manuf'd. by heating carbohydrates with metals)

IT - Capacitor electrodes

(double-layer capacitor using activated carbon electrode manuf'd. by heating carbohydrates with metals)

IT - Metals, uses

RL: DEV (Device component use); MOA (Modifier or additive use); USES (Uses)

(double-layer capacitor using activated carbon electrode manuf'd. by heating carbohydrates with metals)

IT - Carbohydrates, processes

RL: DEV (Device component use); PEP (Physical, engineering or chemical process); PROC (Process); USES (Uses)

(double-layer capacitor using activated carbon electrode manuf'd. by heating carbohydrates with metals)

IT - 7440-44-0P, Carbon, uses

RL: DEV (Device component use); IMF (Industrial manufacture); PREP (Preparation); USES (Uses)

(activated; double-layer capacitor using activated carbon electrode
manufd. by heating carbohydrates with metals)

IT - 1299-86-1, Aluminum carbide (Al_4C_3) 7429-90-5, Aluminum, uses
7439-89-6, Iron, uses 7439-95-4, Magnesium, uses 7440-02-0, Nickel,
uses 7440-21-3, Silicon, uses 7440-42-8, Boron, uses 7440-70-2,
Calcium, uses 7720-78-7, Iron sulfate (FeSO_4) 7778-18-9, Calcium
sulfate 7786-30-3, Magnesium chloride, uses 10043-35-3, Boric acid,
uses

RL: DEV (Device component use); MOA (Modifier or additive use); USES
(Uses)

(double-layer capacitor using activated carbon electrode manufd. by
heating carbohydrates with metals)

IT - 57-50-1, Sucrose, processes

RL: DEV (Device component use); PEP (Physical, engineering or chemical
process); PROC (Process); USES (Uses)

(double-layer capacitor using activated carbon electrode manufd. by
heating carbohydrates with metals)

IT - 1310-58-3, Potassium hydroxide, uses

RL: NUU (Other use, unclassified); USES (Uses)

(in activation; double-layer capacitor using activated carbon electrode
manufd. by heating carbohydrates with metals)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-335189

(43) 公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 G 9/058

H 0 1 G 9/00

3 0 1 A

C 0 1 B 31/12

C 0 1 B 31/12

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-147980

(22) 出願日 平成9年(1997)6月5日

(71) 出願人 000165974

古河機械金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 山本 一富

東京都日野市旭が丘3-3-33 古河機械

金属株式会社日野研究所内

(72) 発明者 浅井 良美

東京都日野市旭が丘3-3-33 古河機械

金属株式会社日野研究所内

(74) 代理人 弁理士 森 哲也 (外4名)

(54) 【発明の名称】 電気二重層コンデンサー

(57) 【要約】

【課題】 電子機器の駆動用電源さらには電気自動車の補助電源として使用可能な大容量の電気二重層コンデンサーを提供する。

【解決手段】 糖類に、シリコン、アルミニウム、鉄、ニッケル、カルシウム、マグネシウム、またはボロンを主成分とする金属微粉末若しくは金属化合物又はこれらを組み合わせた添加物を添加して混合し、混合物を低温で加熱して脱水、部分分解させ、次に600～800℃で加熱分解し、生成した炭化物に対して水酸化カリウムを添加し700～1000℃で賦活することによって調製した活性炭を電極材料に使用して電気二重層コンデンサーを製造する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 糖類に金属微粉末若しくは金属化合物又はこれらを組み合わせた添加物を添加して混合し、混合物を低温で加熱して脱水、部分分解させ、次に600～800℃で加熱分解し、生成した炭化物に対して水酸化カリウムを添加し700～1000℃で賦活することによって調製した活性炭を電極材料に使用してなる電気二重層コンデンサー。

【請求項2】 添加物の主成分がシリコン、アルミニウム、鉄、ニッケル、カルシウム、マグネシウム、またはボロンであることを特徴とする請求項1記載の電気二重層コンデンサー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、活性炭を電極材料に使用した大容量の電気二重層コンデンサーに関するものである。

【0002】

【従来の技術】電気二重層コンデンサーは、アルミ電解コンデンサーあるいはタンタルコンデンサーと比較して数百倍から数千倍の電気量を充電したり、放電したりすることのできるコンデンサーである。また、急速充放電が可能であり、数万回に及ぶ充放電サイクルにおいても容量低下が少ないという特徴を有する。他方、そのコンデンサー容量は、代表的な二次電池であるニッケルカドミウム電池の電気量の1/30と小さく、電子機器の駆動用電源さらには自動車の補助電源としては容量不足である。

【0003】電気二重層コンデンサーのコンデンサー容量を左右するのは、電極材料である。電極材料には、電子伝導性と大きな比表面積を併せ持つ材料が使用されるが、現状では活性炭が最も適した材料である。活性炭は、サブミクロ孔(0.8nm以下の直径を有する細孔)、ミクロ孔(0.8～2nmの直径を有する細孔)、メソ孔(2～50nmの直径を有する細孔)、マクロ孔(50nm以上の直径を有する細孔)が様々な割合で連結した多孔質炭素材料である。

【0004】電気二重層コンデンサーのコンデンサー容量は、ミクロ孔の多寡に依存し、細孔の100%がミクロ孔である活性炭ができれば、コンデンサー容量はニッケルカドミウム電池の電気量に近接すると考えられる。しかし現在の活性炭の量産技術では、特定の細孔のみを形成させることは極めて困難であり、出発原料を変えたり、賦活条件を変える手法で、ミクロ孔の割合を支配的にする事が検討されている。

【0005】最近、最も注目されている活性炭は、フェノール樹脂を出発原料としてこれを加熱分解し炭化物とした後、水蒸気賦活あるいは薬品賦活をする方法で調製され、その形状が粒状もしくは繊維状であり、これら活性炭を電極材料に使用してコンデンサー容量を改善した

電気二重層コンデンサーが開発されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、フェノール樹脂から調製した活性炭を電極材料に使用した電気二重層コンデンサーは、未だコンデンサー容量の不足が指摘されており、電子機器の駆動用電源さらには電気自動車の補助電源に供試するには十分な性能を具備しているとは言えない状況にある。

【0007】本発明は、新規活性炭原料からコンデンサー容量の大きな活性炭を調製し、その活性炭を使用することで電子機器の駆動用電源さらには電気自動車の補助電源として使用可能な大容量の電気二重層コンデンサーを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、糖類に、金属微粉末若しくは金属化合物又はこれらを組み合わせた添加物を添加して混合し、混合物を低温で加熱して脱水、部分分解させ、次に600～800℃で加熱分解し、生成した炭化物に対して水酸化カリウムを添加し700～1000℃で賦活することによって調製した活性炭を電極材料に使用して電気二重層コンデンサーを構成することにより上記課題を解決している。

【0009】糖類は、単糖類から多糖類まで多くの種類が見出されているが、これらを加熱すると多量のH₂OとCO₂の発生を伴いながら液化化が起こり、最終的には炭化物まで分解する。加熱時に多くの状態変化を経由することによって、これらの炭化物は極めて活性な表面性状を有するものとなるため、賦活が進み易く、活性炭用炭素材として好適である。

【0010】糖類には、まず金属微粉末若しくは金属化合物又はこれらを組み合わせた添加物を添加し均一に分散するように混合する。糖類としては、不純物が少なくその含有量が安定しており、さらに添加物の種類および量について制御の容易さまたは簡便さから澱粉、転化糖や分蜜糖が適当である。添加物を糖類と混合した後、混合物を高温に加熱して炭化物にすると、添加物中の金属は炭化物の黒鉛化を促進する触媒として作用するが、賦活剤の共存下においてはそれら金属が賦活促進剤として働き、ミクロ孔の増大に有効な作用を示すため大容量の電気二重層コンデンサー用活性炭として適した物性が得られるものと考えられる。

【0011】その添加物としては、Si、Al、Fe、Ni、Ca、Mg、またはBの元素を主成分とする金属微粉末若しくは金属化合物があり、中でもFe、Caが最適である。これらの金属は炭化物に対し非常に活性で、炭化物中に拡散した時には多数の格子欠陥の発生を伴う。この格子欠陥はエネルギーが大きく非常に活性であるため、賦活でミクロ孔の形成に大きな効果を示す。その賦活促進作用は以下のように推論される。

【0012】Si、Al、Fe、およびNiは、高温で

炭化物と反応しSiC、Al、C、Fe、C、もしくはNi、Cの生成と分解を繰り返すが、分解によって生成した炭素表面が格子欠陥を有し、非常に活性であるため賦活剤が反応し易く、賦活の進行がミクロ孔の割合を増加させるよう作用する。

【0013】またCaおよびMgは、その蒸気が炭化物内に進入し易いインターカレート物質であり、金属がインターカレートする際に炭素結晶を押し広げるため炭化物内部に圧縮歪みを生じる。その圧縮歪みは炭化物全体を均一に黒鉛化する作用をするが、ガラス状から黒鉛化への変化の過程で炭素表面にC-C結合が切断したラジカルな部分が多く発生し、その微小部分で賦活が進行するため、ミクロ孔の形成が促進される。この時の活性炭は、X線回折図形で 2θ 付近に非常にブロードなピークを示す構造となる。

【0014】さらにBは、黒鉛構造に置換固溶し得る唯一の元素であり、Bが炭化物内で拡散する時に炭化物内部で膨張、圧縮を繰り返し多くの内部歪みを生じ、その内部歪みが黒鉛化を促進する作用をする。ところが賦活時にはBの拡散で生じる格子欠陥が賦活され易いため、ミクロ孔の形成が促進される。

【0015】以上のように、これら添加物が炭化物の黒鉛化触媒として作用するマイナス要因よりも、炭化物表面の活性化、C-C結合の切断により生成される活性な微小部分あるいは金属原子の拡散で生じた格子欠陥が賦活されやすいことによっておこるミクロ孔の増大の効果の方が大きく、この方法により調製した活性炭を使用することによって電気二重層コンデンサーのコンデンサー容量の大容量化を計ることが可能となる。

【0016】添加物は、上記金属元素の粉末または化合物の中から一種類を選択すれば目的とする効果が得られるが、組み合わせ使用しても同様の効果が得られる。ただしいずれの添加物でも添加量が多くなると黒鉛化というマイナス要因が強くなり現出するので、糖類に対して金属元素換算で0.7重量%以下になるように添加物の添加量を制御することが好ましい。このように低い添加率では、その含有量に相応した容量損失はほとんど生じない。

【0017】添加物の使用にあたっては、幾つかの制約がある。金属微粉末を使用する場合は、Si、Al、Fe、Ni、またはBを主成分とする金属微粉末に限定した方がよい。CaおよびMgを成分とする金属微粉末は非常に活性であるため、微粉末の製造が非常に難しいだけでなく、糖類との混合時に発熱する危険性を伴うので、安全上慎重な配慮が必要である。

【0018】他方、金属化合物を使用する場合は、水溶性の金属化合物が最適である。水溶性の金属化合物は、結晶粒が比較的柔らかく細粒化しやすいため、炭化物との均一な混合分散が行われ目的の効果が得られ易い。さらに賦活後の活性炭にこれら金属化合物が残留した場合

には、活性炭を熱湯で煮沸洗浄する時に賦活剤のKOHと共に溶解、除去が可能である。

【0019】水溶性の金属化合物としては、塩化物、水酸化物、炭酸塩、あるいは硫酸塩が挙げられ、これらの中から水に対する溶解度の高いものを選択する。ただし例えばSiでは炭酸塩、硫酸塩は知られておらず、唯一塩化物が知られているが、SiCl₄は大気中の水分で加水分解し白煙を発生する。このような大気に不安定な化合物は、取扱いに労力を必要とし、結果として目的の効果を導き難い。またSiには水酸化物が存在するが、水に対する溶解度が極めて小さい。そのような場合、他の選択肢としては、金属炭化物の様に共有結合の化合物を用いることも可能である。例えばSiはSiC、AlはAl₄C₃、FeはFe₃C、NiはNi₃C、BはB₄Cを添加すれば目的の効果が得られる。ただしCa、Mgについては、CaC₂、MgC₂、およびMg₂C₃が知られているが、水分との反応でアセチレンを発生し爆発を誘発する可能性があるため使用には適さない。

【0020】添加物を混合した糖類は、まず低温で加熱脱水と部分分解を行うことによって、次の加熱分解工程で調製される炭化物の基本的な結晶構造が構築され、炭化物がより表面活性なものになる効果を与える。その加熱温度は100~200℃が好ましく、加熱時間は3~24hrで目的を達成できる。200℃より高い場合には膨張の程度が大きく、容器からの溢出により収率および作業性を著しく低下させる。

【0021】次に部分分解したものの加熱分解による炭化物の調製は、600~800℃で行なわれる。温度が600℃よりも低い場合、糖の分解が完全に行われないため、賦活の工程で残りの分解がおきるため、分解ガスの一つであるCO₂が発生する。CO₂は炭化物の黒鉛化を促進するため、目的とする賦活が行われない。また、800℃より高い場合、添加物が炭化物の黒鉛化の触媒として作用するため黒鉛化が起こり、賦活が進行し難くなる。加熱時間は、部分分解物の重量減少が45~60%になるまでであるが、2~5hrで目的の炭化物が得られる。時間が短い場合には分解を途中で止めてしまうことになり、温度が600℃より低い場合と同じ影響を受ける。

【0022】賦活方法は、一般に水蒸気賦活と薬品賦活に分けられる。水蒸気賦活は、サブミクロ孔の割合が大きくなり本発明の目的に合致しない。有機電解液を用いた電気二重層コンデンサーの場合、溶媒和したイオンサイズが大きいため、水蒸気賦活で形成されるサブミクロ孔へイオンの侵入が不可能で、高いコンデンサー容量が得られないからである。薬品賦活は、水蒸気賦活と反応機構が異なり、細孔径は比較的大きくなる。薬品にはZnCl₂、NaOH、KOHなどが用いられる。特にKOHは、炭化物との濡れ性が良好であるため賦活速度が

速く、それによって形成される細孔径も大きく、大きなコンデンサー容量を示す。よって本発明ではKOHを用いた薬品賦活を採用している。

【0023】賦活は、炭化物にKOHを混合し、700～1000℃の温度で加熱することにより行う。賦活温度が700℃よりも低い場合、賦活の進行速度が非常に遅く、細孔形成が緩慢である。これを相殺するために賦活時間を延長するような措置を施しても、細孔径が大きくなり過ぎてコンデンサー容量の向上につながらない。1000℃よりも高い場合、賦活反応が激しく、KOHの炭化物による還元で金属カリウムが大量に生成し、賦活終了後に反応装置内に堆積した金属カリウムの処理に多くの時間を必要とする。さらにマクロ孔、メソ孔の割合が増加し、ミクロ孔の割合は逆に減少するため、コンデンサーの容量の低下を招来する。

【0024】

【発明の実施の形態】糖類と添加物は目的の重量を秤量した後、ボールミルを用いて混合を行う。混合は、糖類に添加物が良好に分散できればボールミルに限らず、ブレンダーなど他の手段でも構わない。

【0025】糖類と添加物との混合物は、テフロンコーティングした金属容器に入れ、大気中200℃で3～24hr加熱することによって重量減少が35～50%になるまで脱水と部分分解を行い、黒褐色の多孔質体とする。これを室温まで冷却した後、乳鉢で解砕して粒径を1.7mm未満とする。粒径を1.7mm未満とすれば、炭化物にした時の粒径は1000μm以下になる。解砕手段は乳鉢に限らず、1.7mm未満にできればブレンダー、ハンマーミルなど他の手段を使用することも可能である。細粒化は、解砕時間を制御することで防止する。

【0026】この解砕物を石英容器に入れ、重量減少が45～60%になるまで窒素気流中600～800℃で2～5hr加熱することによって炭化物を得る。次に、この炭化物とその4～6倍量（重量比）のKOHをニッケル坩堝に入れ、窒素気流中700～1000℃で2～6hr加熱することによって賦活する。賦活反応の開始とともにCO₂、H₂が発生し、続いて金属カリウムの蒸気が発生する。賦活時の窒素流量は多い方が良く、それによって反応生成ガスは完全に系外へ排出できるため、賦活反応速度の低下を回避できる。窒素流量は、炭化物装填量を考慮して任意に変化させる必要がある。

【0027】賦活後、活性炭と過剰のKOHはニッケル坩堝に付着しているため、水を少量加えて剥離させた後、プフナーロートに流し入れ、そこに温水を繰り返し注いで大部分のKOHを除去する。洗浄した活性炭をテフロン容器に入れ、給水して、3hr煮沸する。煮沸後の活性炭は、再びプフナーロートで分離し、その後熱湯をケーキ上の活性炭に繰り返し注ぐ方法で洗浄し、最後に温風循環乾燥機で200℃、12hr以上乾燥して活

性炭を得る。

【0028】活性炭はボールミルを用いて74μm未満まで粉碎し、活性炭とテフロンを95：5の重量比で秤量し、乳鉢を用いて混練した後、圧延ローラーでシート状に成形し、100meshのステンレス製網に2t/cm²で圧着したものを電極とする。ただし、活性炭の粉碎は、ボールミルに限定されず、74μm未満にすることができれば乳鉢やミキサーなどを用いることも可能である。電極作製法は上記の他、アルミニウム、銅、ステンレスの金属箔上に活性炭と結着剤のスラリーを薄く塗布した塗布電極でも構わない。

【0029】電解液にはプロピレンカーボネイト1リッターにLiClO₄を1mol溶解した液などが使用されるが、電解液の組成は電気二重層コンデンサーの規格に合わせて変えることが可能で、電解液の溶媒にはアブチロラクトンやエチレンカーボネイトなどの高誘電率溶媒でかつ分解電圧が高い溶媒ならば、それらの単独あるいは混合使用のいずれも適用可能である。また、電解質塩に関しても上記の物質に限定されるものではなく、電解液中でイオン解離した時に陽イオン、陰イオンのイオン半径が小さく、さらに化学的に安定であれば良い。代表例として(C₂H₅)₄NBF₄などの第四級アンモニウム塩や、(C₂H₅)₄PBF₄などの第四級ホスホニウム塩が挙げられる。

【0030】

【実施例】

【実施例1】グラニュー糖100gに対し添加物としてCaSO₄ 1.36gを秤量した後、ボールミルを用いて混合した。この混合物をテフロンコーティングしたステンレス製バットに入れ、温風循環乾燥機中で200℃、12hr加熱することで58gになるまで脱水、部分分解を行う。冷却後、その部分分解物をめのう乳鉢で1.7mm未満の粒径になるまで解砕した。

【0031】次に解砕物を石英ボートに入れ、窒素気流中685℃で2hr加熱し炭化をおこなった。この炭化物の平均粒径は500μmであった。この炭化物20gとKOH100gをニッケル坩堝に入れ、ニッケル内挿管で保護した石英反応管中に挿入し、窒素500ml/minを流し、雰囲気をも十分に置換した後、電気炉を昇温し1000℃で4hr加熱し、賦活を行った。

【0032】賦活を終えた活性炭とKOHの混合物を、200mlの水でニッケル坩堝から剥離させ、プフナーロート上に流し入れ、そこに200mlの温水を20回注いで大部分のKOHを水洗除去し、プフナーロート上の活性炭をテフロン容器に移し替えた。次に、テフロン容器に給水し、3hr煮沸洗浄した。煮沸洗浄後の活性炭はプフナーロートで分離し、活性炭ケーキの上に200mlの温水を25回繰り返し注ぐ方法で洗浄し、温風循環乾燥機で200℃、12hr乾燥した。活性炭中のK濃度は1800ppm、Ca濃度は80ppmであっ

た。

【0033】活性炭をめのう乳鉢で $74\mu\text{m}$ まで粉碎し、活性炭とテフロンを95:5の重量比で混合した後、圧延ローラーでシート状に成形し、ステンレス製網に圧着し電極シートを作製した。この電極シートを $10\text{mm}\times 10\text{mm}$ に切り、プロピレンカーボネイト1リッターに LiClO_4 を 1mol 溶解させた液を電解液として使用し、ポリプロピレン製セパレータを介した2枚の電極を電解液中に浸し電気二重層コンデンサーを作製した。

【0034】この電気二重層コンデンサーを電流密度 $1.0\text{mA}/\text{cm}^2$ 、電圧範囲 $0\sim 2.75\text{V}$ で定電流充放電を行い、放電時において電気二重層コンデンサーの電極シートに含まれる活性炭の単位重量あたりのコンデンサー容量を測定した。

【0035】測定結果を表1、表2、および表3に示す。

【実施例2】グラニュー糖 100g に対し添加物として CaSO_4 、 3.40g を混合した以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表1に示す。

【0036】【実施例3】グラニュー糖 100g に対し添加物として Al_2O_3 、 0.53g を混合した以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表1に示す。

【0037】【実施例4】グラニュー糖 100g に対し添加物として FeSO_4 、 1.09g を混合した以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表1に示す。

【0038】【実施例5】グラニュー糖 100g に対し添加物として Ni 微粉末($43\mu\text{m}$) 0.4g を混合した以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表1に示す。

【0039】【実施例6】グラニュー糖 100g に対し*

*添加物として MgCl_2 、 1.17g を混合した以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表1に示す。

【0040】【実施例7】グラニュー糖 100g に対し添加物として H_2BO_3 、 2.29g を混合した以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表1に示す。

【0041】【実施例8】加熱分解温度を 800°C にした以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表2に示す。

【0042】【実施例9】賦活温度を 700°C にした以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表3に示す。

【0043】【実施例10】賦活温度を 800°C にした以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表3に示す。

【0044】【実施例11】賦活温度を 900°C にした以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表3に示す。

【0045】【比較例1】添加物を加えないこと以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表1に示す。

【0046】【比較例2】加熱分解温度を 500°C にした以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表2に示す。

【0047】【比較例3】加熱分解温度を 1000°C にした以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表2に示す。

【0048】【比較例4】賦活温度を 600°C にした以外は、実施例1と同様に操作した。コンデンサー容量の測定結果を表3に示す。

【0049】

【表1】

	添加物と添加量(g)	コンデンサー容量 (F/g)
実施例1	CaSO_4 (1.36g)	4.3
実施例2	CaSO_4 (3.40g)	3.7
実施例3	Al_2O_3 (0.53g)	4.2
実施例4	FeSO_4 (1.09g)	4.3
実施例5	Ni (0.40g)	4.2
実施例6	MgCl_2 (1.17g)	4.2
実施例7	H_2BO_3 (2.29g)	4.1
比較例1	添加無し	3.6

【0050】

【表2】

	加熱分解温度 (℃)	コンデンサー容量 (F/g)
比較例 2	500	3.5
実施例 1	685	4.3
実施例 8	800	4.0
比較例 3	1000	3.2

【0051】

* * 【表3】

	賦活温度 (℃)	コンデンサー容量 (F/g)
比較例 4	600	3.0
実施例 9	700	4.1
実施例 10	800	4.4
実施例 11	900	4.4
実施例 1	1000	4.3

【0052】

【発明の効果】本発明は、以上説明した通り金属微粉末若しくは金属化合物又はこれらを組み合わせた添加物を添加して混合した糖類から調製した活性炭を電気二重層コンデンサーの電極材料に使用することによって、電子機器の駆動用電源さらには電気自動車の補助電源として使用可能な高容量の電気二重層コンデンサーを提供する

20 ことが可能となり、それによって環境汚染の防止に寄与しうる。

【0053】添加物には主成分がシリコン、アルミニウム、鉄、ニッケル、カルシウム、マグネシウム、またはボロンであるものを使用すると、ミクロ孔形成の効果が大きく電気二重層コンデンサーのコンデンサー容量が大容量化する。